

Seminário Franco-brasileiro sobre Biodiesel: Experiências francesas e brasileiras na produção de biocombustíveis

ASPEF, São - Paulo, 4 de Julho 2005



Biocarburants: Caractérisation et expérience Cirad

Dr. Gilles Vaïtilingom

Dr. Patrick Rousset

CIRAD-France



CIRAD

Le Cirad est l'institut français
de recherche agronomique
au service du développement
des pays du Sud
et de l'outre-mer français

Le Cirad privilégie
la recherche
en partenariat

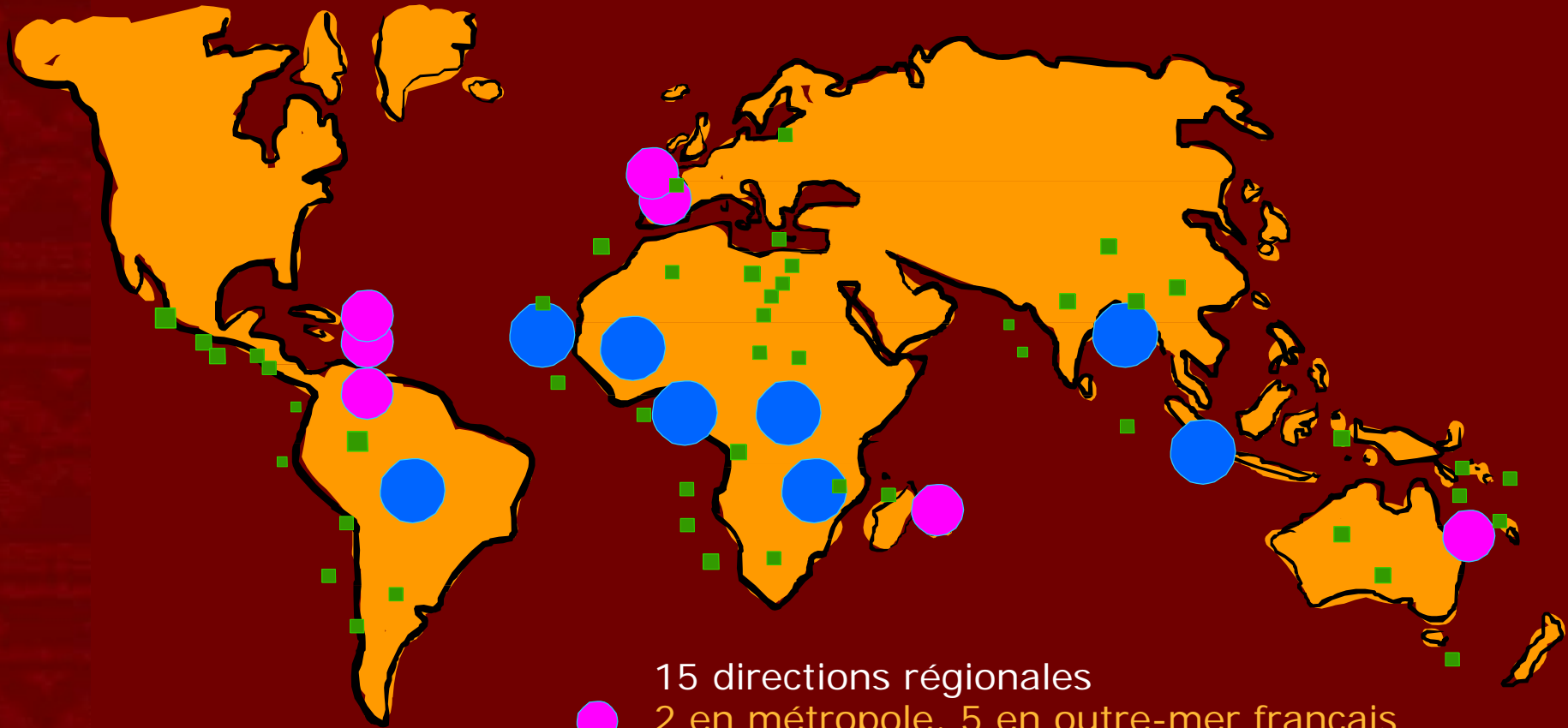


Les pays du Sud au cœur des enjeux planétaires

- ◉ Lutter contre la pauvreté
1,2 milliard d'habitants a moins d'1 dollar US/jour pour vivre.
- ◉ Intensifier l'agriculture et la biomasse énergétique
2,5 milliards de personnes de plus vivront au Sud en 2050, 60 % seront des citadins
- ◉ Réduire les impacts des activités humaines sur le changement climatique, sur l'environnement
le risque de pénurie hydrique concernera 3 milliards d'habitants en 2025.



Une présence de terrain, un réseau planétaire



15 directions régionales

● 2 en métropole, 5 en outre-mer français

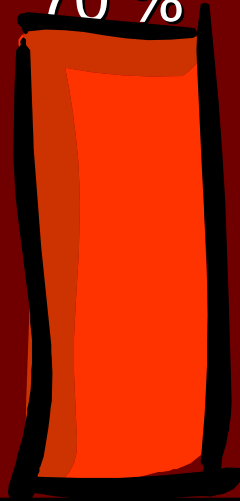
● 1 en Amérique latine, 5 en Afrique, 2 en Asie

■ Implantations et missions régulières

Un budget de 170 millions d'euros

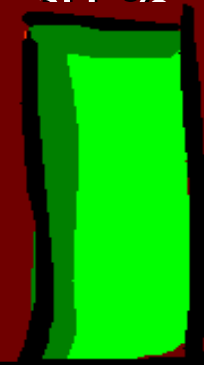
Dotation
budgétaire française

70 %



Contrats
et projets

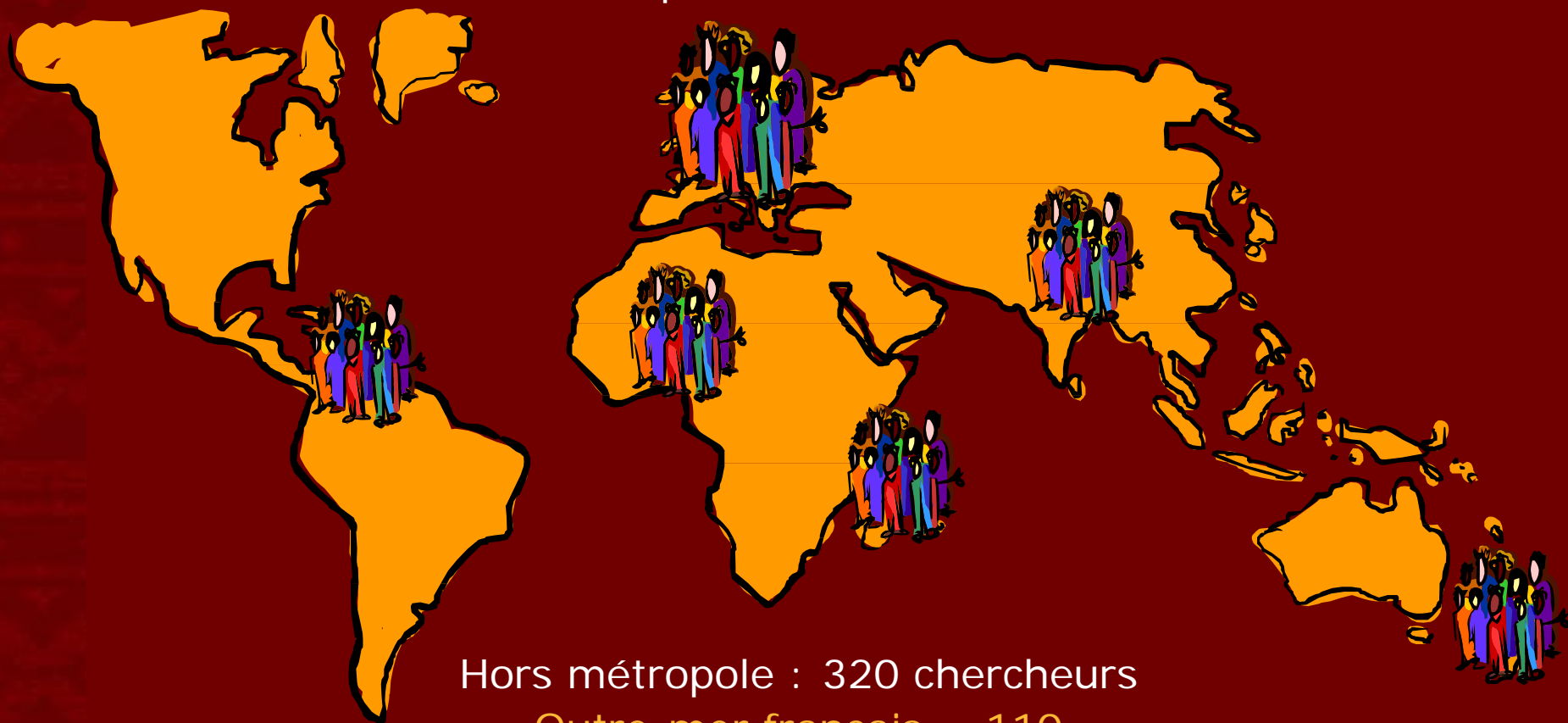
20 %



Ressources

1850 agents dont 750 chercheurs

Métropole : 430 chercheurs



Hors métropole : 320 chercheurs

Outre-mer français = 110

Etranger = 210 dont 30 dans le système international

Bio-carburant: un substitut liquide aux produits pétroliers?



Bio-carburant: un substitut liquide aux produits pétroliers

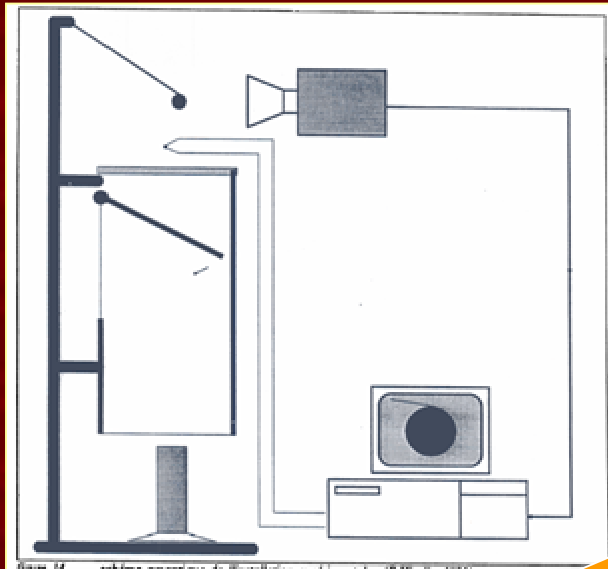
- I. APPROCHE CIRAD SUR LES BIOCARBURANTS
- II. ALCOOL POUR MOTEUR DIESEL
- III. BIODESIEL A PARTIR DES HUILES VEGETALES TROPICALES
- IV. HUILES VEGETALES COMME COMBUSTIBLE

Bio-carburant: un substitut liquide aux produits pétroliers

- I. **APPROCHE CIRAD SUR LES BIOCARBURANTS**
- II. ALCOOL POUR MOTEUR DIESEL
- III. BIODESIEL A PARTIR DES HUILES VEGETALES TROPICALES
- IV. HUILES VEGETALES COMME COMBUSTIBLE

Exemple de démarche approche d'un biocarburant

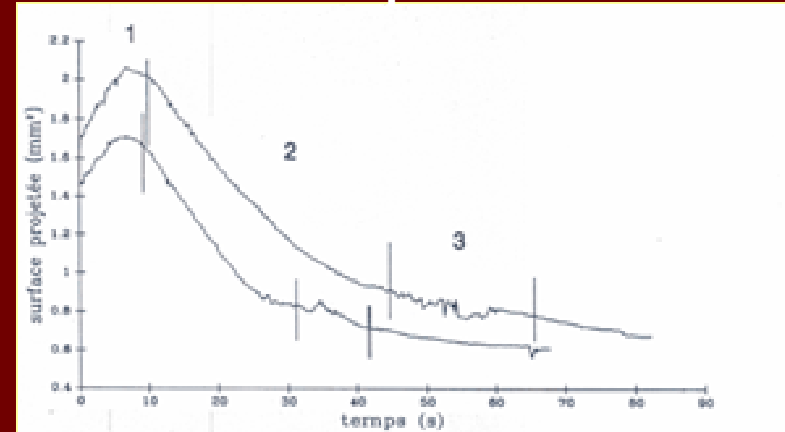
Evaporation de gouttelettes dans une enceinte (T et Atm controlées)



Aptitude a l'inflammation

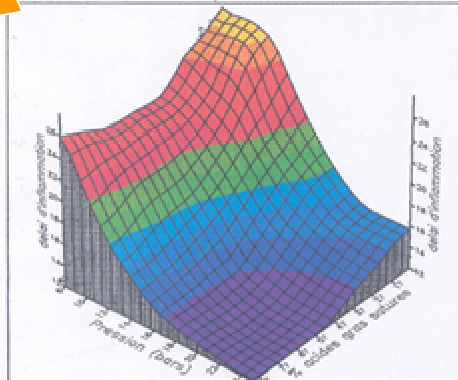


Evolution du diametre des gouttelettes d'huiles en fn du temps



Classement aptitude d'inflammation des HV par rapport au pdts pétroliers

INDICE D'INFLAMMATION/% ACIDES GRAS SATURÉS



INDICE DE CETANE	
COPRAH	43
PALME	39
COTON	34
TOURNESOL	30
ARACHIDE	30
SOJA	29
COLZA	29
GAZOLE	49
Ester Méthylique de Colza	52

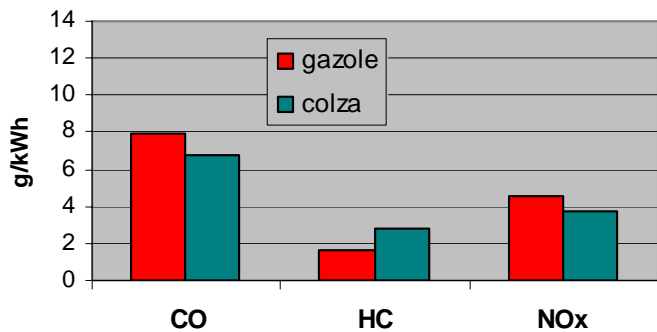
Prediction du délai d'inflammation en fn de la composition en acide gras des huiles vegetales

Optimisation de la combustion

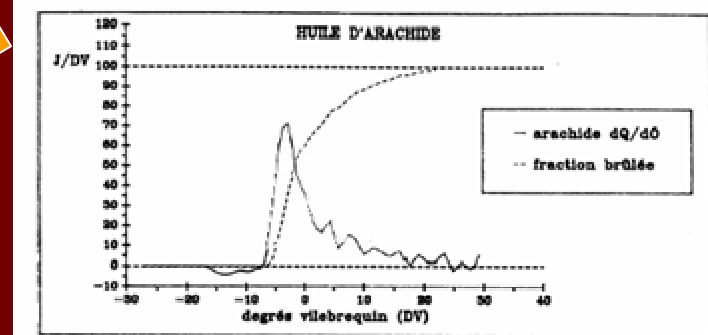
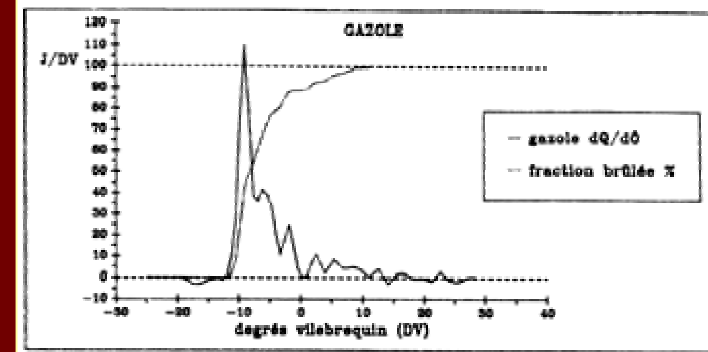
Etude de la combustion
(taux de dégagement de chaleur)

Comparaison huile
(arachide) et le
gazole

Analyse des différences et
comportements pour AGIR sur
les caractéristiques des
moteurs



Optimisation de la combustion réduction
des émissions polluantes grace :



Adaptation
des
équipements



Principe of the
modification



Exemple : FIAT 80 ch.

Bio-carburant: un substitut liquide aux produits pétroliers

- I. APPROCHE CIRAD SUR LES BIOCARBURANTS
- II. ALCOOL POUR MOTEUR DIESEL**
- III. BIODESIEL A PARTIR DES HUILES VEGETALES TROPICALES
- IV. HUILES VEGETALES COMME COMBUSTIBLE

Alcool pour moteur diesel

L'alcool (essentiellement éthanol) est un carburant qui par nature est fait pour les moteurs à essence.

Mais comme en agriculture, transports et industries il n'y a que des moteurs diesels, le Cirad a travaillé sur l'adaptation en diesel.

Alcool pour moteur diesel

	Diesel	Essence	Bioethanol (95)	huile
Density (kg/dm ³)	0.83	0.75	0.79	0.92
Lower Calorific Value (kJ/kg)	43800	44000	26900	39500
Air/fuel ratio (g air/g fuel)	15.00	14.60	8.9	14.50
Octane Number (RON)	20	98	106	12
Cetane Number	50	15	5	37

Les indices d'octanes et de cétones montrent que l'éthanol est un carburant pour moteur essence

Alcool pour moteur diesel



Exemple de réalisations Cirad dans le périmètre
sucrier: Ile Maurice & Ile de la réunion : 100 %
alcool de canne a sucre pour moteur diesel

Alcool pour moteur diesel

Solutions possibles:

- | | | |
|------------------------|---|--------------------------|
| • fumigation | → | moteur sans modification |
| • double injection | → | moteur modifié |
| • carburation | → | moteur modifié |
| • injection + ignition | → | moteur modifié |
| • alcool avec additif | → | moteur sans modification |

Nous avons retenu :

- Injection + allumage par bougies
- Additifs dans l'éthanol

Alcool pour moteur diesel

1^{ère} solution :

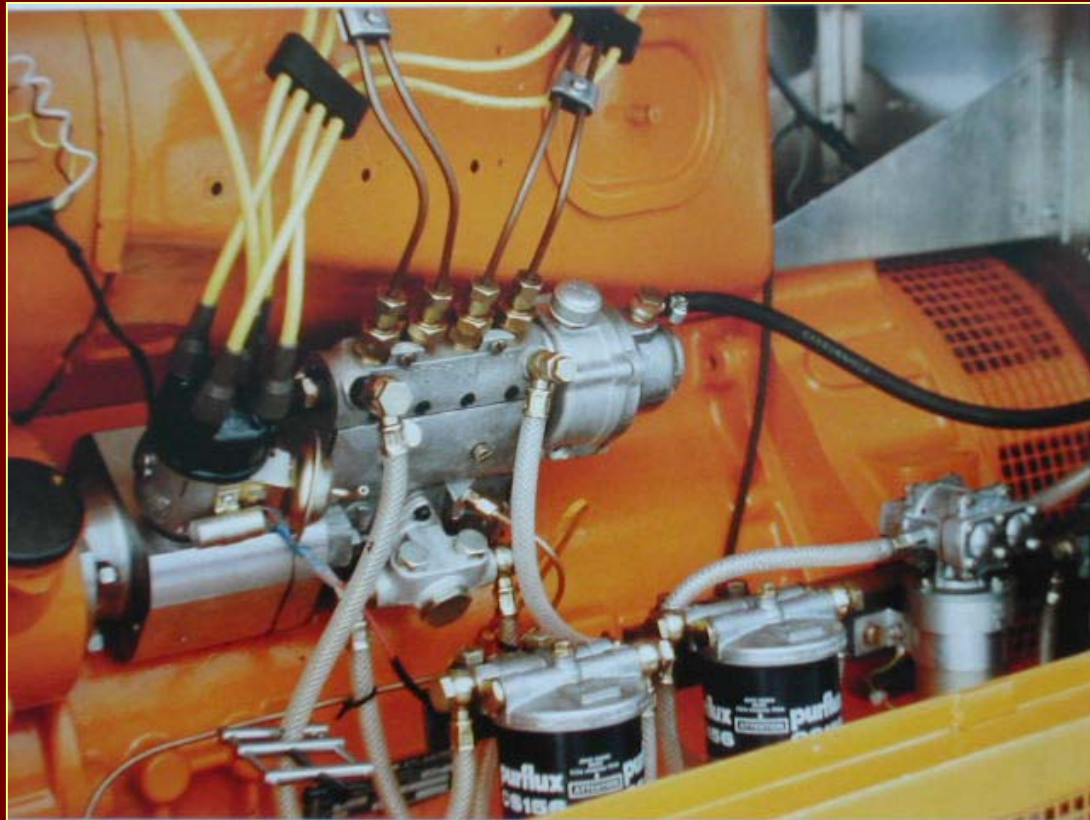
Moteur diesel classique (injection directe) de tracteur, camion ou bus...

On injecte l'éthanol á la place du gazole

On ajoute une bougie pour l'allumage

Très bon rendement + augmentation de puissance de 25%

Alcool pour moteur diesel



Exemple de réalisations Cirad : Iles Maurice 1986: Pompe à injection d'alcool + l'allumeur qui va alimenter les bougies (ici un 4 cylindres)

Alcool pour moteur diesel



Exemple de réalisations Cirad : Tracteur Renault 75 ch avec le gazole, devenu 100 ch avec l'éthanol

Alcool pour moteur diesel



Exemple de réalisations Cirad : Tracteur Massey Fergusson

Alcool pour moteur diesel

2^{ème} solution :

Pas de modification du moteur diesel (pas de bougies)
mais un additif "**EXPLOSIF LIQUIDE**" (0,2%) qui donne à
l'éthanol un comportement de gazole

Tri ethylene glycol di nitrate

Tetra hidro furfuril nitrate

Alcool pour moteur diesel



Exemple de réalisations Cirad : Moteur Deutch 100 ch

Alcool pour moteur diesel



Exemple de réalisations Cirad : Moteur Fiat 110 ch

Alcool pour moteur diesel



Exemple de réalisations Cirad : Chargeur de canne 80 ch

Boi-carburant: un substitut liquide aux produits pétroliers

- I. APPROCHE CIRAD SUR LES BIOCARBURANTS
- II. ALCOOL POUR MOTEUR DIESEL
- III. **BIODESIEL A PARTIR DES HUILES VEGETALES TROPICALES**
- IV. HUILES VEGETALES COMME COMBUSTIBLE

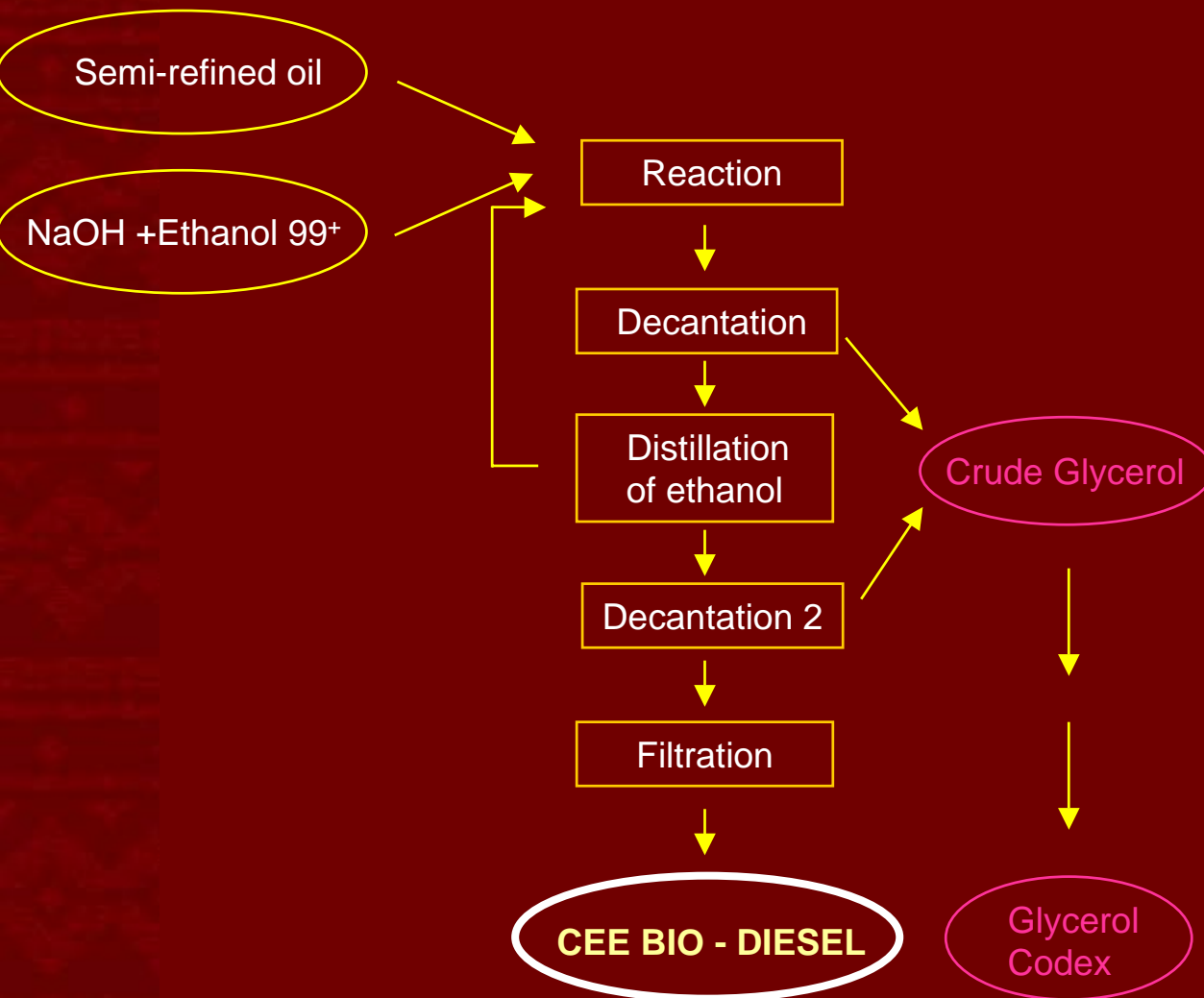
Procédé pour la fabrication ester éthylique à partir du coton

Fabrication de Biodiesels à partir d'huiles végétales tropicales comme l'huile de coton estérifiée avec de l'éthanol et non du méthanol.

Les zones cotonnières sont généralement proches des zones de cannes a sucre.



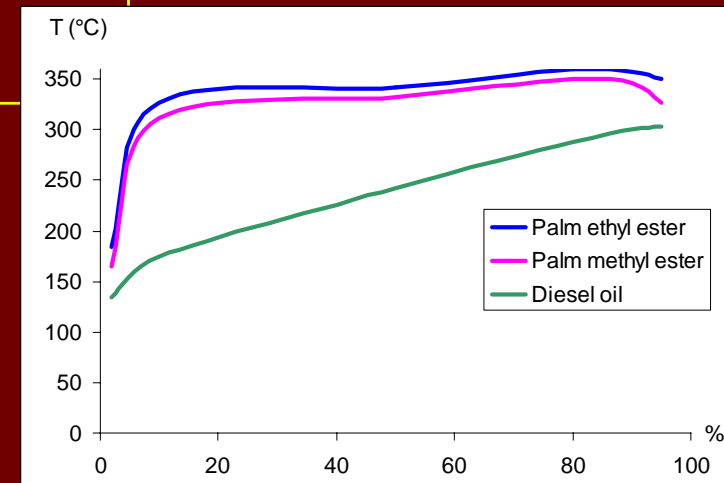
Procédé pour la fabrication ester éthylique à partir du coton



Distillation des esters méthyliques et éthyliques

Fabrication d'esters MOH et EtOH à partir de coton, palme, huile de coprah

Distillation		Rapeded Oil	RME	Palm ester		Coconut ester		Diesel Oil
				Methyl	Ethyl	Methyl	Ethyl	
Temp (°C)	10% 90%	256 (Cracking)	336 342	312 343	329 354	200 288	243 308	173 297
Yield (w%)		18	98	98				



- ◆ Huile végétale craquée thermiquement
- ◆ Ester peuvent s'évaporer durant l'injection
- ◆ Ethyl ester est moins volatil que le méthyle

Test banc moteur

Le Cirad a testé
tous ces esters
dans les
moteurs diesels
pour les
qualifier en
tant que
biocarburant



Banc d'essai moteur



Piston



Injecteur



Tête de piston

Boi-carburant: un substitut liquide aux produits pétroliers

- I. APPROCHE CIRAD SUR LES BIOCARBURANTS
- II. ALCOOL POUR MOTEUR DIESEL
- III. BIODESIEL A PARTIR DES HUILES VEGETALES TROPICALES
- IV. HUILES VEGETALES COMME COMBUSTIBLE**

Huiles végétales: combustible

Ces résultats montrent que les huiles sont des substituts du gazole, donc pour moteurs diesels

	Diesel	Gasoline	Bioethanol (95)	HV
Density (kg/dm³)	0.83	0.75	0.79	0.92
Lower Calorific Value (kJ/kg)	43800	44000	26900	39500
Air/fuel ratio (g air/g fuel)	15.00	14.60	8.9	14.50
Octane Number (RON)	20	98	106	12
Cetane Number	50	15	5	37

Huiles végétales: combustible

- Caractéristiques proches du diesel

LCV coconut oil: 41 MJ/kg

LCV Diesel oil: 44 MJ/kg

Density coconut oil: 0.92

Density Diesel oil: 0.83

- Historique:

- Mr. Rudolph Diesel les a testé lui même en 1900
- Utilisation massive durant la seconde guerre mondiale
- Arrêt des recherches dans les années 50
- Choc pétrolier : nouvel intérêt à la fin des années 70'
- MAIS plus de congrès internationaux depuis 1982

IDEE A PROPOSER AU BRESIL ??????

Huiles végétales: combustible

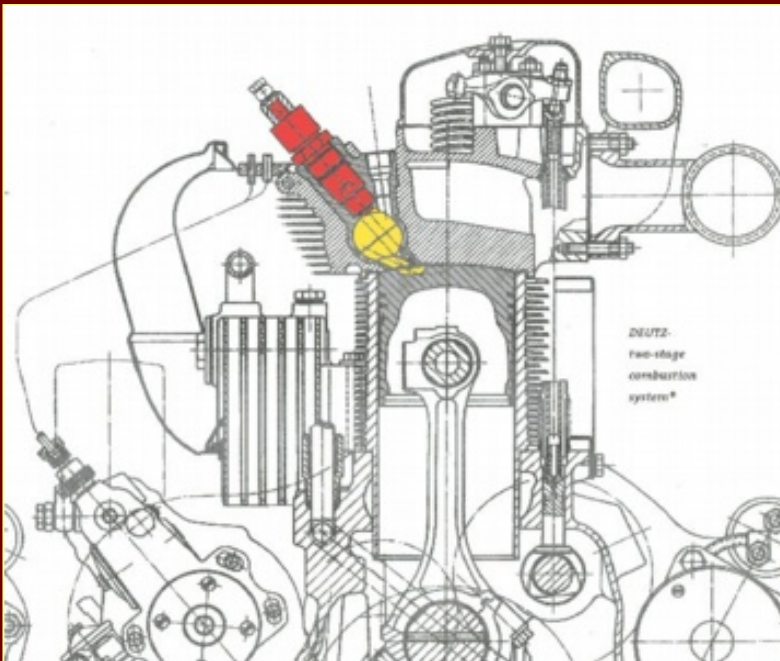
DEUX VOIES :

- Methyl ou Ethyl Esters ➡ pas de modification des moteurs
- Naturelle ➡ moteur adapté ou modifications de l'injection/piston

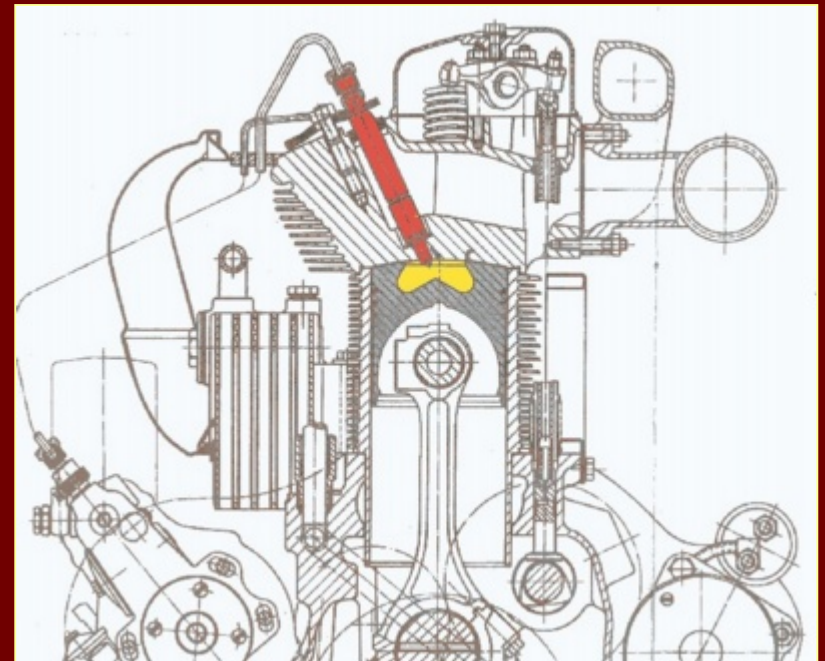
Huiles végétales: combustible

Aspects techniques:

- Moteur à injection indirecte → peu ou pas de modification



- Moteur à injection directe → modifications : pistons, injection,...



Comportement des Huiles Végétales

Toutes les huiles ne sont pas identiques ET ça se retrouve dans leurs qualité en tant que biocarburant... Cirad a établi **le classement « qualité »** des huiles en expliquant et modélisant des résultats jusqu'alors empiriques.

Dans l'ordre de qualité : Coconut > Palm > Cotton > Sunflower > Peanut > Soybean > Rapeseed > Linseed

		Coconut	Palm	Sunflower	Linseed
Iodine Value		12	50	130	196
Spray Specific Area	(cm ² /ml)	1000	950	890	840
Kevap 450°C	(10 ⁻⁵ mm ² /s)	245	110	70	55
(Evaporation – Pyrolysis)					
Ignition Delay	(°V)	6.8	7.9	8.6	10.1

Huiles végétales utilisées comme combustible pour moteurs diesels

Résultats pratiques



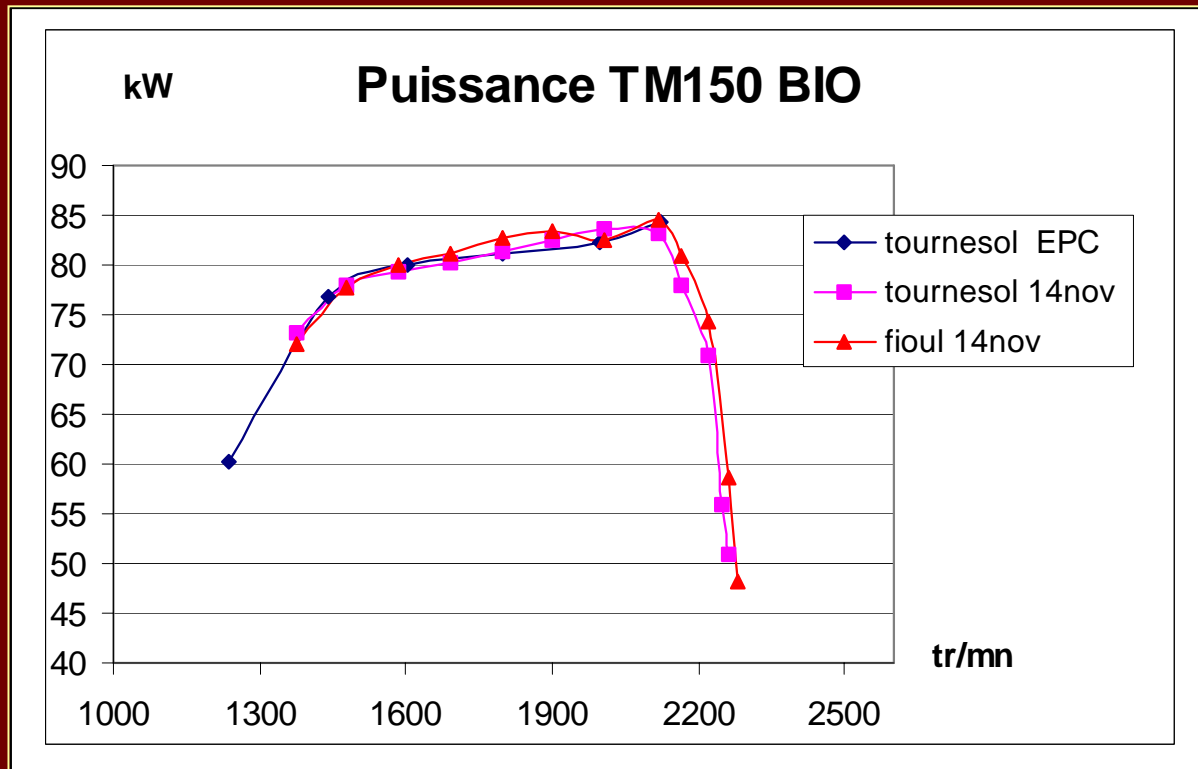
Banc moteur au Cirad :(John Deere 200 HP)



Depot de carbone sur la tête de piston

Huiles végétales : performances

Puissance idem que le gazole avec une consommation un peu supérieure de 8%



Power output compared: Sunflower oil / Diesel oil
in a 150 hp tractor engine

Huiles végétales :Emissions gazeuses

Tournesol :

- Gaz: meilleur que gazole
- Aromatiques : gazole meilleur
- Particules : meilleur que gazole

Tracteur N°	TM150 orig.	TM150 BIO
N tr/mn	2200	1903
Puiss. kW	94.6	82.7
Puiss ch	128.5	112.4
Conso carb l/h	29.4	27.5
Temp air admis	21	24
Temp échap °C	379	384
CO ppm	224	144
CO2 %	6.9	6.2
HC ppm	41	63
O2 %	11.5	12.5
NOx ppm	1566	1146
Exces air	1.24	1.52

Comparaison des niveaux de pollution:

Huile de tournesol / Diesel
dans un moteur de tracteur de 150ch.

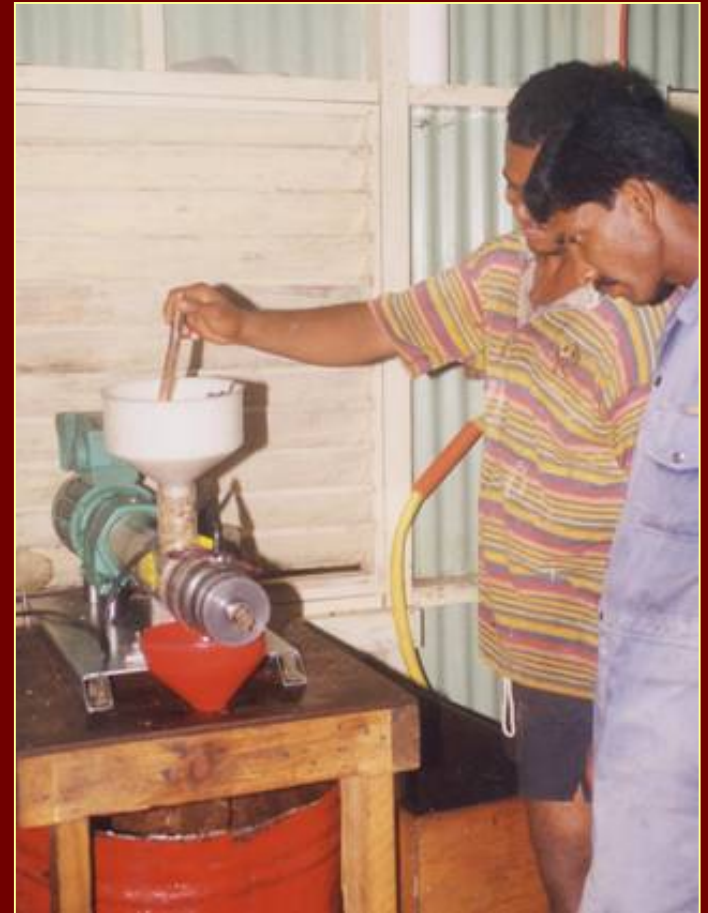
Aspects pratiques (1): Production de l'huile

1. Petite unité de production

Mission Cirad: projet de terrain avec étude de la collecte, préparation, extraction et utilisation en moteur



Tahiti: 22 litres/heure



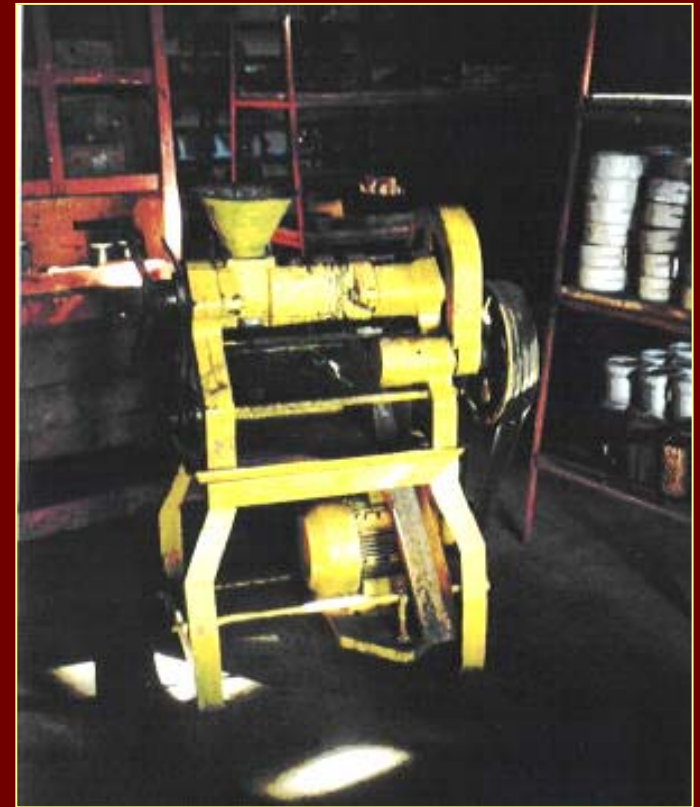
Welagi (Fidji): 13 litres/heure

Aspects pratiques (2): Production de l'huile

2. Unité moyenne de production



France: 80 litres/heure



Cuba: 40 litres/heure

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad



Fiji: Vanuabalavu 80 KVA & Welagi 45 KVA

Appui Cirad: Electrification rurale à partir d'huile de coprah de 4 villages à Fidji depuis 1998

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad

NEW CALEDONIA



Ouvéa 1997: Toyota municipale alimentée à l'huile de coprah

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad

NEW CALEDONIA



(1999) : GENSET. 200KVA

5000 hrs. Usine de désalinisation sur l'île d'Ouvéa:

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad

NEW CALEDONIA



(1999) : GENSET. 200KVA

Usine de désalinisation sur
l'île d'Ouvéa:



(1997) motopompe (x 3)

© Aliennard - France 1999 - Tous droits réservés.

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad



NEW CALEDONIA



(2004) GENSET, 300KVA.

Station de production d'électricité d' ENERCAL

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad

VANUATU



Exemple d'utilisation d'huile de coprah
575 KVA Genset, (Luganville, Santo)

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad

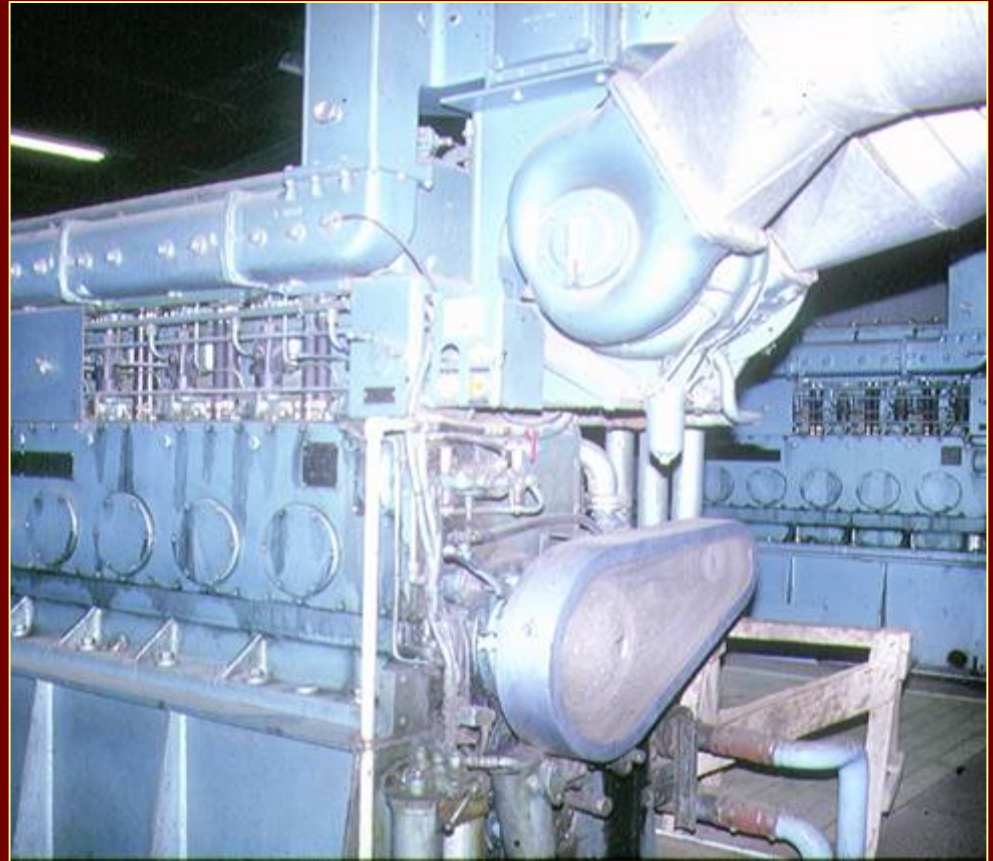
VANUATU



COPV bruleur, fonctionnant avec 50/50 diesel/huile de coprah (Luganville, Santo)

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad

TCHAD et MALI



Centrales de Production d'électricité :400, 600 and 1200 KVA fonctionnant avec l'huile de coton depuis 1988.

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad



CUBA

Tracteur modifié pour fonctionner à l'huile de tournesol
(Camagüey), 2004.

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad



Generator 9 KVA, sunflower oil

FRANCE



Unité de pressage animée par un moteur diesel à huile de 7 ch, totalement autonome; Elle consomme 1,2l/h sur les 22l/h produits

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad



RENAULT 21, 400.000 KM

(colza et tournesol)



FRANCE

Diesel huile de
palme :7ch



MASSEY-FERGUSSON

Moteur modifié pour fonctionnement à
l'huile de tournesol

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad



Tarbes, France : John Deere modifié huile de tournesol, 150 ch.

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad

Huile de colza et de Tournesol pour une **APPLICATION EN COMBUSTION** (Chaudière) : se développe de plus en plus en Europe



Laboratoire Cirad, Montpellier (France).

Huiles végétales : Exemples d'application Cirad

Projet CIRAD: Combinaison solaire/huile végétale

Electrification 24h/24, 7j/7 grace a un champ de panneaux photovoltaïques appuyés par un petit moteur diesel fonctionnant à l'huile locale assurant la puissance

Utilisation de la puissance:

- Outils électriques manuels, soudage, ...
- Assure la recharge de la batterie si trop de jours sans soleil

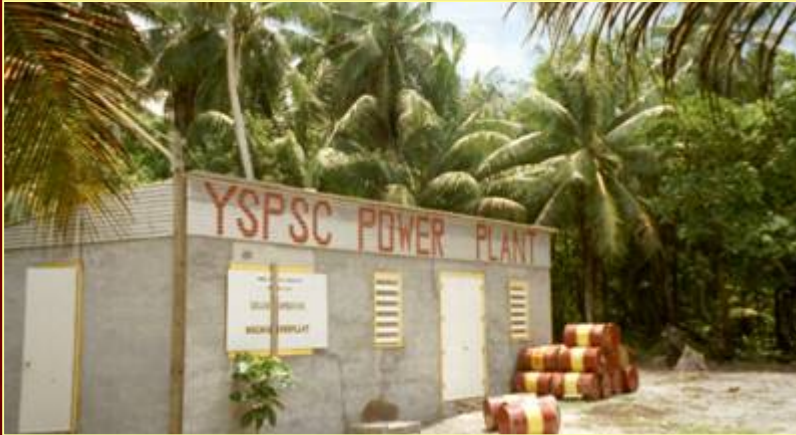
Huiles végétales: Exemples d'application Cirad

Projet CIRAD: Combinaison solaire/huile végétale dans le Pacifique

Intérêts :

- ⦿ Amélioration de l'autonomie énergétique sur site isolé ;
- ⦿ Optimisation et diversification des productions du cocotier ;
- ⦿ Accroissement des Valeurs Ajoutées à produit local ;
- ⦿ Création et/ou maintien d'emploi ;
- ⦿ Génération d'activités, directes et induites ;
- ⦿ Possibilité de création de micro industries en zone rurale ;
- ⦿ Electrification villageoise - en zones isolées.

Huiles végétales: Exemples d'application Cirad



24/24h electricity from solar energy:
biomass and sun



inhabitants
electrified
thanks to
their own
resources

Quand on parlait d'énergies renouvelables, on pensait : EOLIEN



Quand on parlait d'énergies renouvelables, on pensait :
PHOTOVOLTAIQUE



Panneaux photovoltaïques – électricité à partir du rayonnement solaire (dispensaire et école de Port Olry, Vanuatu Pacifique Sud)

Quand on parlait d'énergies renouvelables, on pensait :BIOGAZ



DIGESTEUR – fourniture de gaz naturel pour les besoins domestiques(Wad Médani SOUDAN)

Maintenant on pensera également : BIOCRABURANTS



Muito Obrigado!
Merci pour votre attention !

Seminário Franco-brasileiro sobre Biodiesel: Experiências francesas e brasileiras na produção de biocombustíveis

ASPEF, São - Paulo, 4 de Julho 2005

Dr. Gilles Vaïtilingom

Dr. Patrick Rousset

CIRAD-France

